

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift

(10) DE 43 28 573 A 1

(51) Int. Cl. 6:

G 01 S 13/90

G 01 S 13/06

G 01 S 7/295

H 04 B 10/12

G 01 C 21/00

G 08 C 23/00

G 08 C 19/00

(21) Aktenzeichen: P 43 28 573.2

(22) Anmeldetag: 25. 8. 93

(43) Offenlegungstag: 9. 3. 95

(71) Anmelder:

Deutsche Aerospace AG, 80804 München, DE

(72) Erfinder:

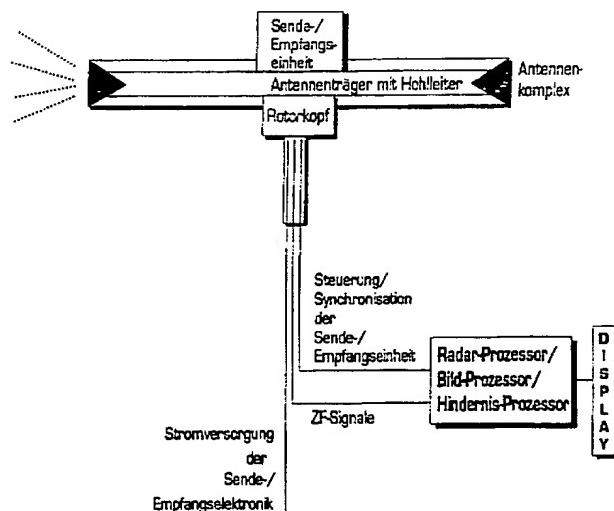
Kreitmair-Steck, Wolfgang, Dr., 85635

Höhenkirchen-Siegertsbrunn, DE; Klausing, Helmut,  
Dipl.-Ing. Dr., 83043 Bad Aibling, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Allwettersichtsystem für Hubschrauber

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Allwettersichtsystem, das Informationen eines Radarsensors auf ROSAR-Basis mit Navigations- und Flugführungsinformationen zu einer künstlichen Sicht für den Piloten kombiniert. Hierbei nutzt das Radar die Drehbewegungen rotierender Arme - hier in Form eines oberhalb der Rotorachse montierten Drehkreuzes -, welches durch einen aerodynamisch geformten Körper (Radom) vor Luftkräften geschützt ist und Radarsender sowie Radarempfänger sind auf dem Rotorkopf positioniert.



DE 43 28 573 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.95 408 070/40

7/35

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Allwettersichtsystem für Hubschrauber unter Einsatz eines Radargerätes mit synthetischer Apertur auf der Basis rotierender Antennen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE-PS 39 22 086 der Anmelderin ist ein Radargerät (ROSAR-Gerät) bekannt geworden, bei dem mindestens eine Antenne zum Senden und Empfangen von Radarimpulsen am Ende eines rotierenden Armes, beispielsweise eines Hubschrauberrotors oder eines Drehkreuzes oberhalb der Rotorachse, angeordnet ist. Die empfangenen Signale werden demoduliert und zwischengespeichert und anschließend mit Referenzfunktionen korreliert.

Ein derartiges Radargerät kann in Echtzeit im Online-Betrieb verwendet und nach speziellen Modifikationen nicht nur zur Landehilfe, sondern auch zur Zielaufklärung und Zielverfolgung eingesetzt werden.

Dieses vorbeschriebene System nun auch zu einem Allwettersichtsystem auszubauen, ist bisher noch unbekannt und soll die Aufgabe lösen, bei guter Vertikalauflösung die Lateralauflösung eines Allwettersichtsystems zu erhöhen und eine optimale Flugführung nach einem Radarbild zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigten Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung ist ein Ausführungsbeispiel erläutert. Die Figuren der Zeichnung ergänzen diese Erläuterungen. Es zeigt

Fig. 1 ein Schemabild eines Systemaufbaus in einem Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 ein Blockschaltbild bezüglich des Systemaufbaus der einzusetzenden Bauelemente,

Fig. 3 ein Schemabild bezüglich verschiedener Rotorkonfigurationen (3-Blatt-, 4-Blatt-, 5-Blatt-Rotoren),

Fig. 4 ein Schemabild bezüglich der möglichen horizontalen Lageebenen der Arme des Radarsystems,

Fig. 5 eine Seiten- und Draufsicht auf einen mit dem aerodynamisch ausgebildeten ROSAR-System ausgerüsteten Hubschrauber,

Fig. 6 eine Seiten- und Draufsicht auf einen mit einem aerodynamisch verkleideten ROSAR-System ausgerüsteten Hubschrauber.

Der allgemeine Erfindungsgedanke sieht vor, ein Allwettersichtsystem aufzuzeigen, das Informationen eines Radarsensors auf ROSAR-Basis mit Informationen der bordeigenen Navigations- und Flugführungssysteme zu einer künstlichen Sicht für den Piloten zu kombinieren und anzuzeigen, wobei das Radar die Drehbewegungen rotierender Arme ausnutzt.

Fig. 2 zeigt den Systemaufbau des Allwettersichtsystems für Hubschrauber mit verschiedenen Erweiterungsmöglichkeiten. Zentrale Komponente ist der Radarsensor mit dem angeschlossenen Radar-Prozessor/Bild-Prozessor/Hindernisprozessor, in dem die vom Navigations-Computer/Symbol-Generator erzeugte Flugführungsinformation dem Radarbild und der Hindernisdarstellung überlagert wird. Dieses komplexe Bild gelangt dann auf einem Cockpit-Display zur Anzeige. Die von Präzisionskreiseln und Beschleunigungssensoren zur Bewegungskompensation erzeugten Daten können gleichzeitig im Navigationscomputer zur Lageberechnung verwendet werden. Ein optionaler Radarhöhenmesser ergänzt die barometrische Höhenmessung und erhöht die Sicherheit für den Landeanflug. Ein Autopilot-System erhöht den Pilotenkomfort für den Strecken-

flug. Ein solches System ließe sich auch mit dem Navigationscomputer und dem Hindernisprozessor so kombinieren, so daß bei unmittelbarer Hindernisbedrohung für den Hubschrauber der Autopilot geeignete Ausweichmanöver einleitet. Für den Flug unter Instrumentenflugbedingungen sind konventionelle Radionavigationssysteme an den Navigationscomputer angeschlossen. Zusätzliche Positionsgenauigkeit für Strecken- und Landeanflüge kann durch die Integration einer Satellitennavigationsanlage (GPA, Differentielles GPS oder Relationale GPS) erreicht werden. Eine weitere sinnvolle Ergänzung des Allwettersichtsystems ist ein digitales Kartensystem mit Straßen- und Flugplatzkarten.

Wie die Fig. 1 und 3 veranschaulichen, werden die Antennen-Arme des nachfolgend beschriebenen Radarsystems auf dem Rotorkopf so angeordnet, daß sie je nach Anzahl der Rotorblätter in der dementsprechenden Winkelhalbierenden zwischen den Rotorblättern liegen. Hierbei können diese Arme in einer oder paarweise in mehreren übereinanderliegenden Ebenen – wie Fig. 4 veranschaulicht – positioniert sein. Die Arme (beispielsweise Drehkreuz) selbst enthalten an ihren Enden je eine oder mehrere radial ausgerichtete Radarantennen, die aerodynamisch geformt oder mit einem aerodynamischen Verkleidungskörper versehen sind (Fig. 5 und 6).

In den Kopf der Antennenarme – wie in Fig. 1 skizziert – sind ein oder mehrere Sende- und Empfangsantennenpaare mit unterschiedlicher Elevationsausrichtung integriert. Dadurch kann die Elevationsauflösung den jeweiligen Bedürfnissen oder Einsatzzwecken des Radarsystems angepaßt werden.

Die Sende- und Empfangselektronik des Radars wird nun teilweise in die rotierenden Antennenarme integriert und teilweise in einem mitrotierenden Elektronikkraum – der zentralisch in der Rotorachse des Hubschraubers liegt – eingebaut. Vorzugsweise wird in diesem zentralen Raum auch die spannungsstabilisierte Stromversorgung integriert.

Nun ist bekannt, daß bei der ROSAR-Signalbearbeitung nicht von einer idealen Kreisbahn mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ausgegangen werden kann, denn die Antennenarmspitzen weisen während eines Umlaufes nicht zu unterschätzende Abweichungen auf. Daher werden bei dem vorliegenden Allwettersichtsystem – wie in Fig. 2 skizziert – Beschleunigungssensoren vorzugsweise nahe der Antennen angeordnet, die die relativen Abweichungen von der Kreisbahn erfassen und für die Bewegungskompensation bereitstellen.

Die Empfangselektronik, die vorzugsweise im Zentrum oberhalb des Rotorkopfes angeordnet ist, bereitet die empfangenen Radarsignale als ZF-Signale auf, die durch den Rotorschafft – wie in Fig. 1 skizziert – mit Hilfe eines Drehkopplers in den nichtrotierenden Teil des Hubschraubers übertragen und dem digitalen Radarprozessor zugeführt werden. Diese Datenübertragung kann über Lichtleiter optisch oder über Koaxkabel bzw. Hohlleiter elektrisch erfolgen.

Weiterhin ist die Vorwärtsgeschwindigkeit des Hubschraubers zu berücksichtigen und hierfür ist eine kontinuierliche Geschwindigkeitsmessung erforderlich, die zur Bewegungskompensation herangezogen wird. Hierfür ist entweder eine hochpräzise Inertialnavigationseinheit erforderlich oder eine Auswerteeinheit für Satellitenavigationsdaten oder noch besser eine autonome Dopplerauswertung des ausgesandten Radarsignals.

Als weitere Komponente für die Bewegungskompensation ist die genaue und exakte Lage der Rotationsebe-

ne der Antennenarme erforderlich. Die genauen Werte hierzu werden entweder über den normalen Navigationskreisel des Hubschraubers geliefert, oder über spezielle im Rotorkopfaufzatzzentrum plazierte Präzisionskreisel.

Die so verarbeiteten oder aufbereiteten Radarinformationen werden als fotoähnliche Bilder auf einem Bildschirm im Cockpit des Hubschraubers zur Darstellung und Ansicht gebracht. Sie können auch durch einen Projektor auf die Innenfläche der Windschutzscheibe des Cockpits projiziert werden oder auf einem helmmontierten Display dargestellt werden. Für die Erzeugung der Bilddarstellung werden die Teilbilder der Antennen mit unterschiedlichen Elevationswinkeln miteinander verknüpft und geglättet, wobei wichtige Details für das Zusammensetzen des Gesamtbildes die über das Radar-echo gewonnenen Entfernungsinformationen liefern. Natürlich gilt hier: je präziser diese Entfernungsinformationen sind, desto genauer kann das Gesamtbild konstruiert werden und desto besser ist das somit erhaltene Allwettersichtsystem. Hierzu ist noch anzuführen, daß problemlos auch eine Überlagerung der Bilder mit anderen Symboliken zur Flugführung etc. möglich ist.

## Patentansprüche

25

4. Allwettersichtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragung analog oder analog/digital gewandelt optisch über Lichtleiter oder elektrisch über Koaxkabel oder Hohlleiter erfolgt.

5. Allwettersichtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bewegungskompensation die Vorwärtsgeschwindigkeit autonom durch Dopplerauswertung des ausgesandten Radarsignals ermittelt und die Lage der Rotationsebene durch im Zentrum der Rotorkopfachse angeordneten Präzisionskreisel oder den bordeigenen Navigationskreisel festgestellt wird.

6. Allwettersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Erzeugung der Bilddarstellung die Teilbilder der Antennen mit unterschiedlichen Elevationswinkeln durch entsprechende Signalverarbeitungsprozessoren verknüpft und geglättet werden.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

1. Allwettersichtsystem für Hubschrauber unter Einsatz eines Radargerätes mit synthetischer Apertur auf der Basis rotierender Antennen (ROSAR-Gerät), bei dem mindestens eine Antenne zum Senden und Empfangen von Radarimpulsen am Ende eines Hubschrauberrotors oder eines Drehkreuzes oberhalb der Rotorachse angeordnet ist und die empfangenen Signale demoduliert, zwischengespeichert, korriktiert und zur Anzeige gebracht werden, dadurch gekennzeichnet, daß

30

a) die Radarantennen auf dem Rotorkopf in der Winkelhalbierenden zwischen den Rotorblättern in einer oder paarweise übereinanderliegenden Ebenen positioniert werden,  
b) in den Kopf der Antennenarme Sende- und Empfangsantennenpaare mit unterschiedlicher Elevationsausrichtung integriert sind,  
c) die Radar-Sende/Empfangselektronik sowohl in den rotierenden Armen als auch in einem mitrotierenden Elektronikraum zusammen mit der Stromversorgung integriert ist,  
d) zur Bewegungskompensation Beschleunigungssensoren, zur Messung der Vorwärtsgeschwindigkeit entsprechende Einrichtungen und zur Lage der Rotationsebene der Antennenarme Präzisionskreisel angeordnet sind und  
e) eine Einrichtung zur Darstellung der Radarinformationen als photoähnliches Bild auf einem Bildschirm im Cockpit positioniert ist.

35

2. Allwettersichtsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die radialausgerichteten Radarantennen aerodynamisch geformt oder mit einem aerodynamischen Verkleidungskörper versehen sind.

40

3. Allwettersichtsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die in dem zentral angeordneten Elektronikraum oder in den Antennenarmen positionierte Empfangselektronik die Radarsignale als ZF-Signale aufbereitet und durch den Rotschaft mittels eines Drehkopplers in den Radarprozessor leitet.

45

50

55

55

60

65

**- Leerseite -**

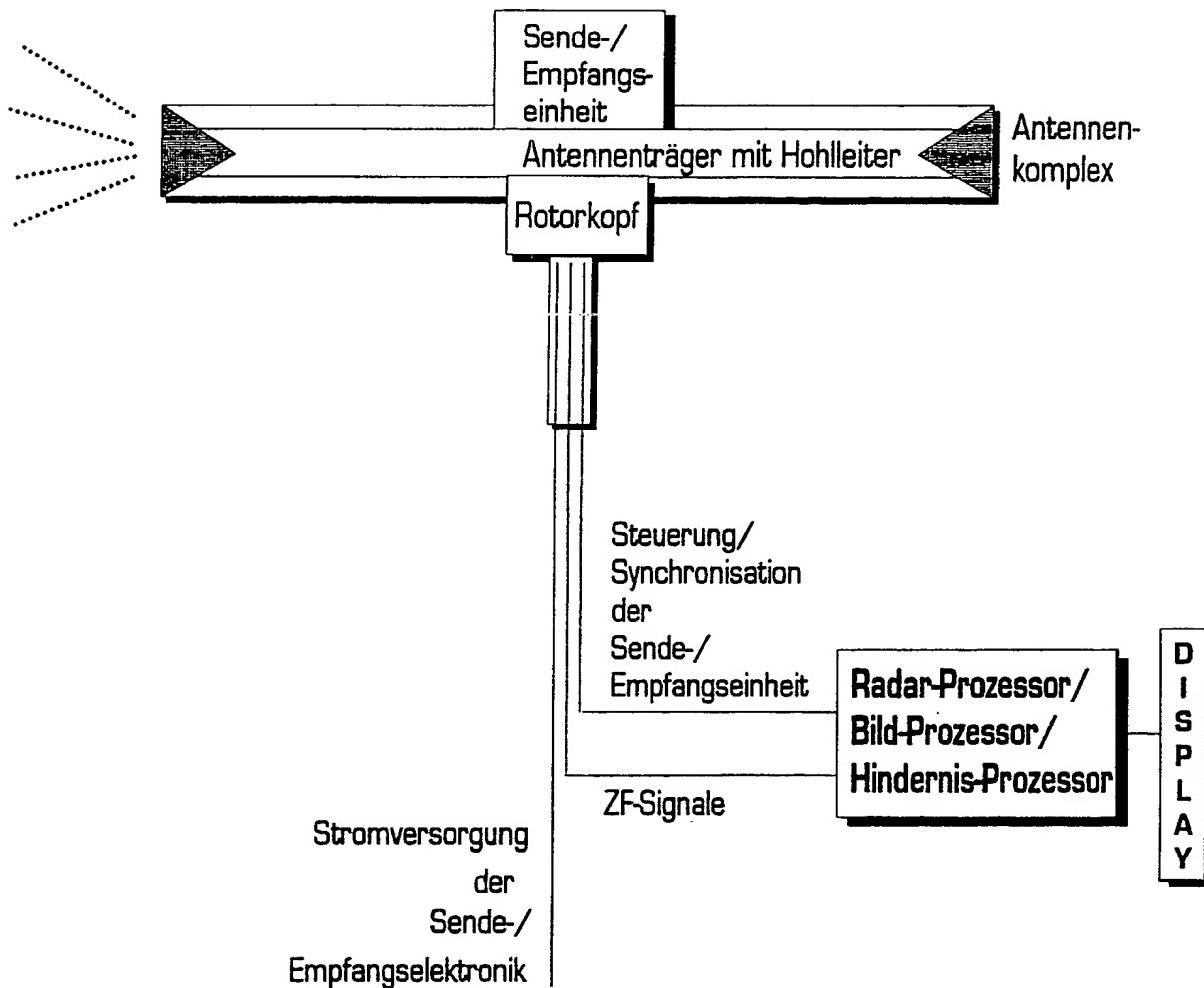
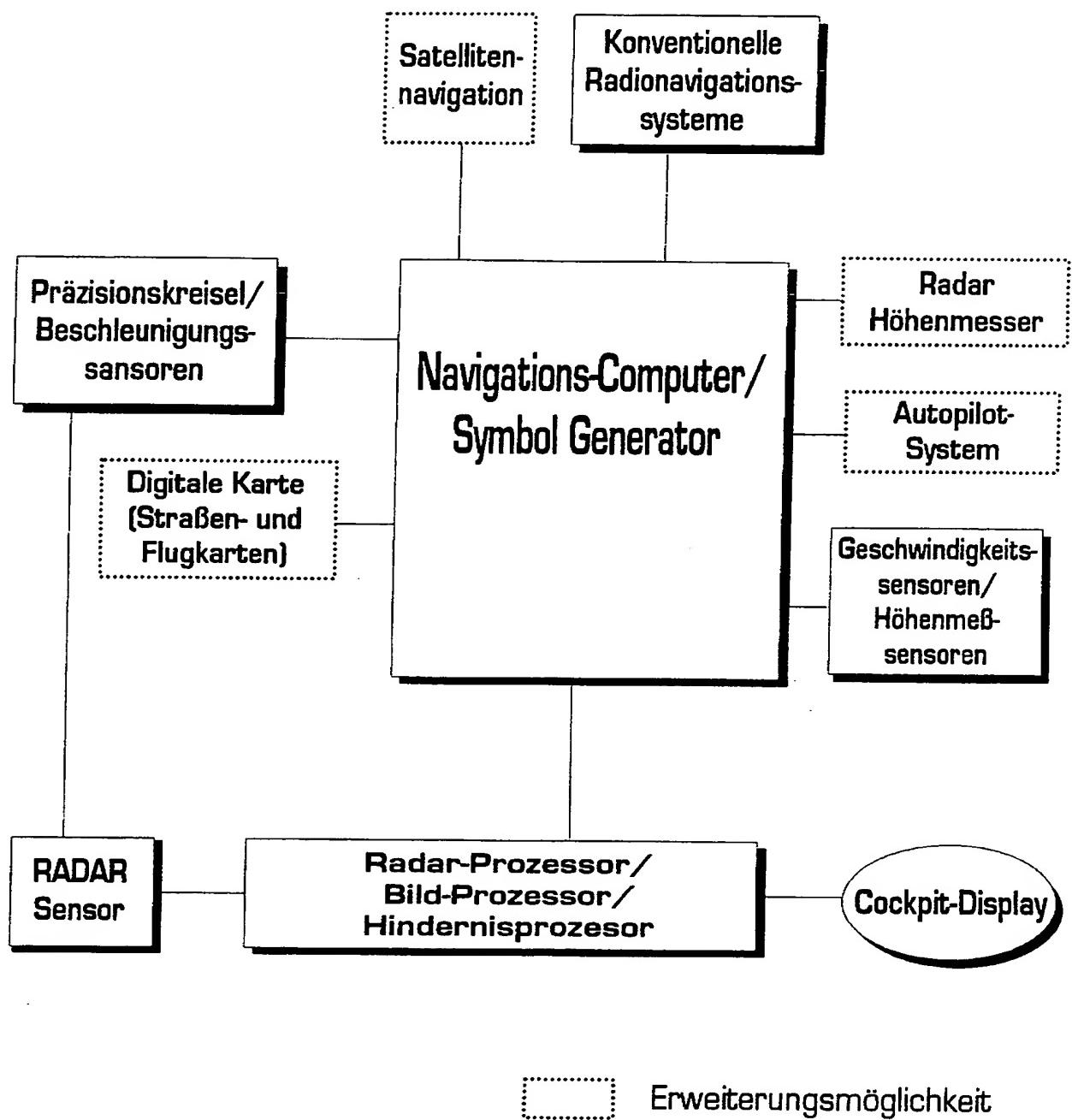
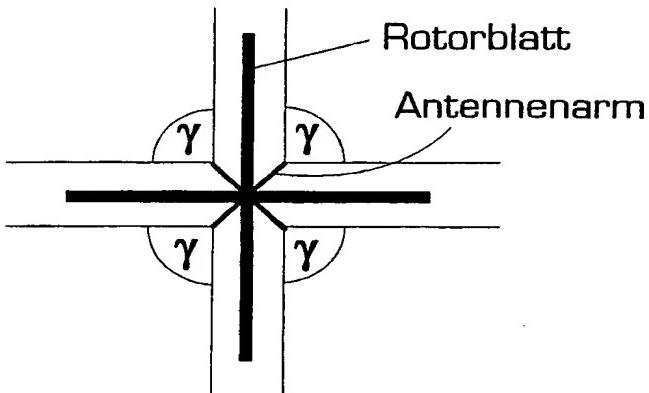


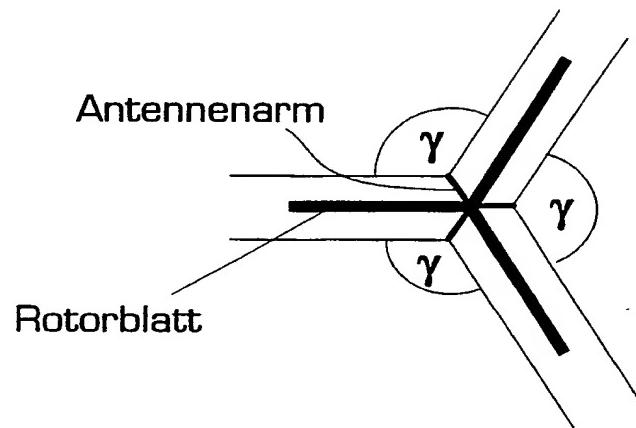
Fig. 1

**Fig. 2**

Antennenöffnungswinkel  $\gamma \leq 90^\circ$



Antennenöffnungswinkel  $\gamma \leq 120^\circ$



Antennenöffnungswinkel  $\gamma \leq 72^\circ$

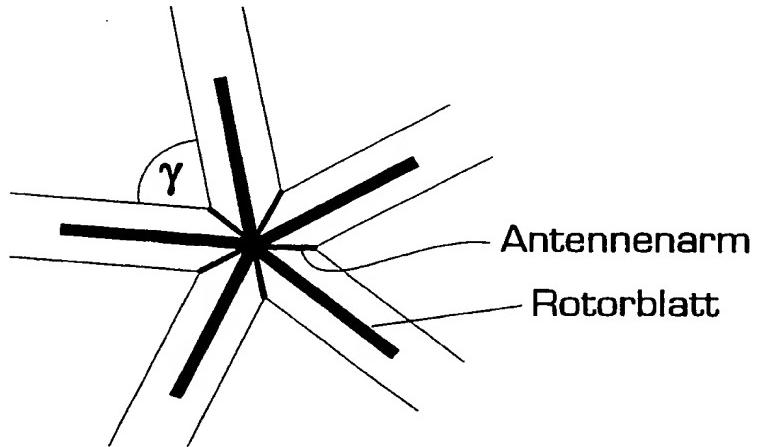
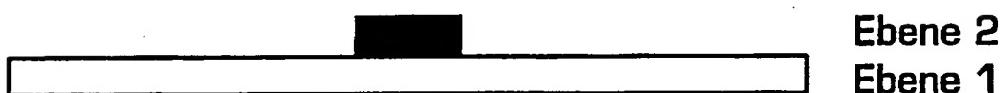


Fig. 3



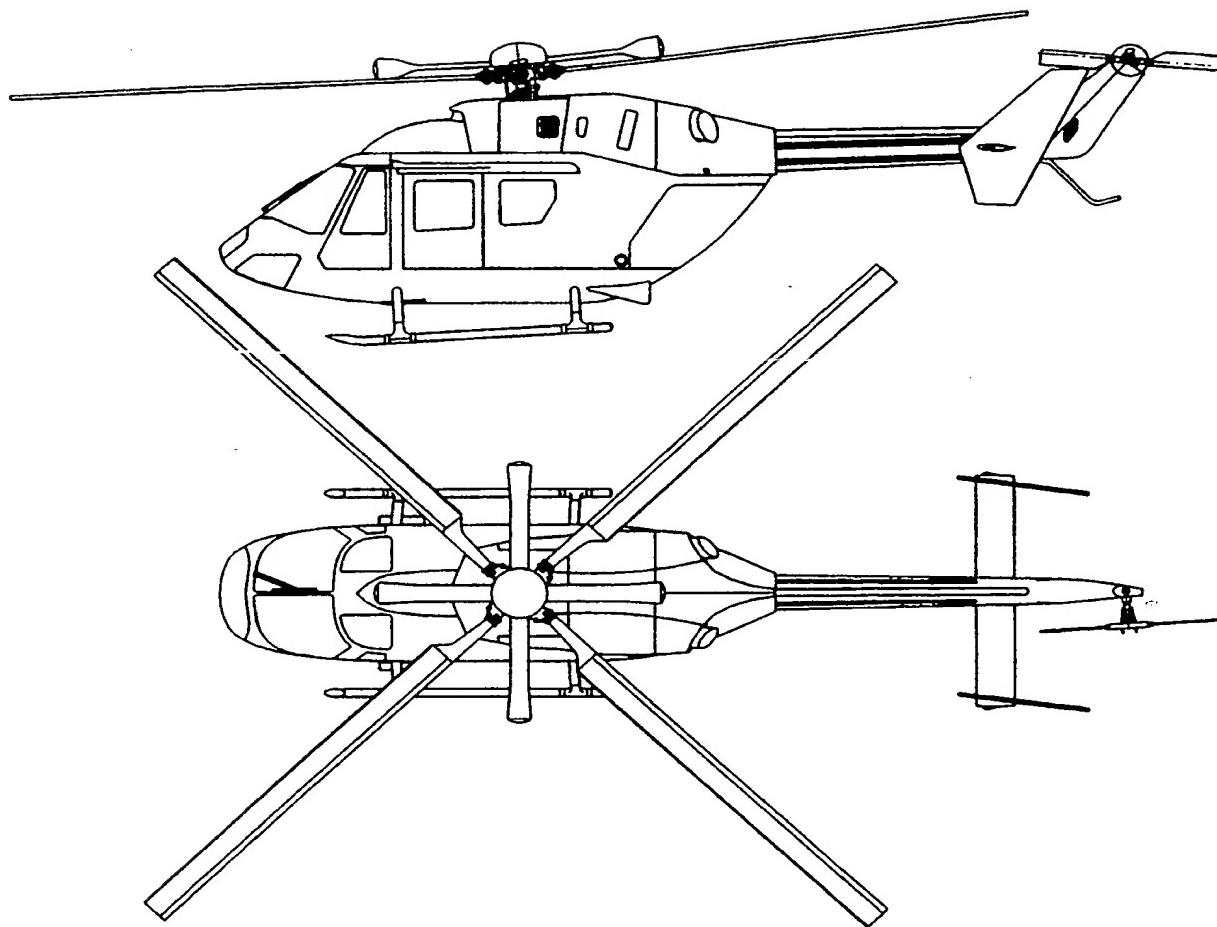
**Variante (a)**



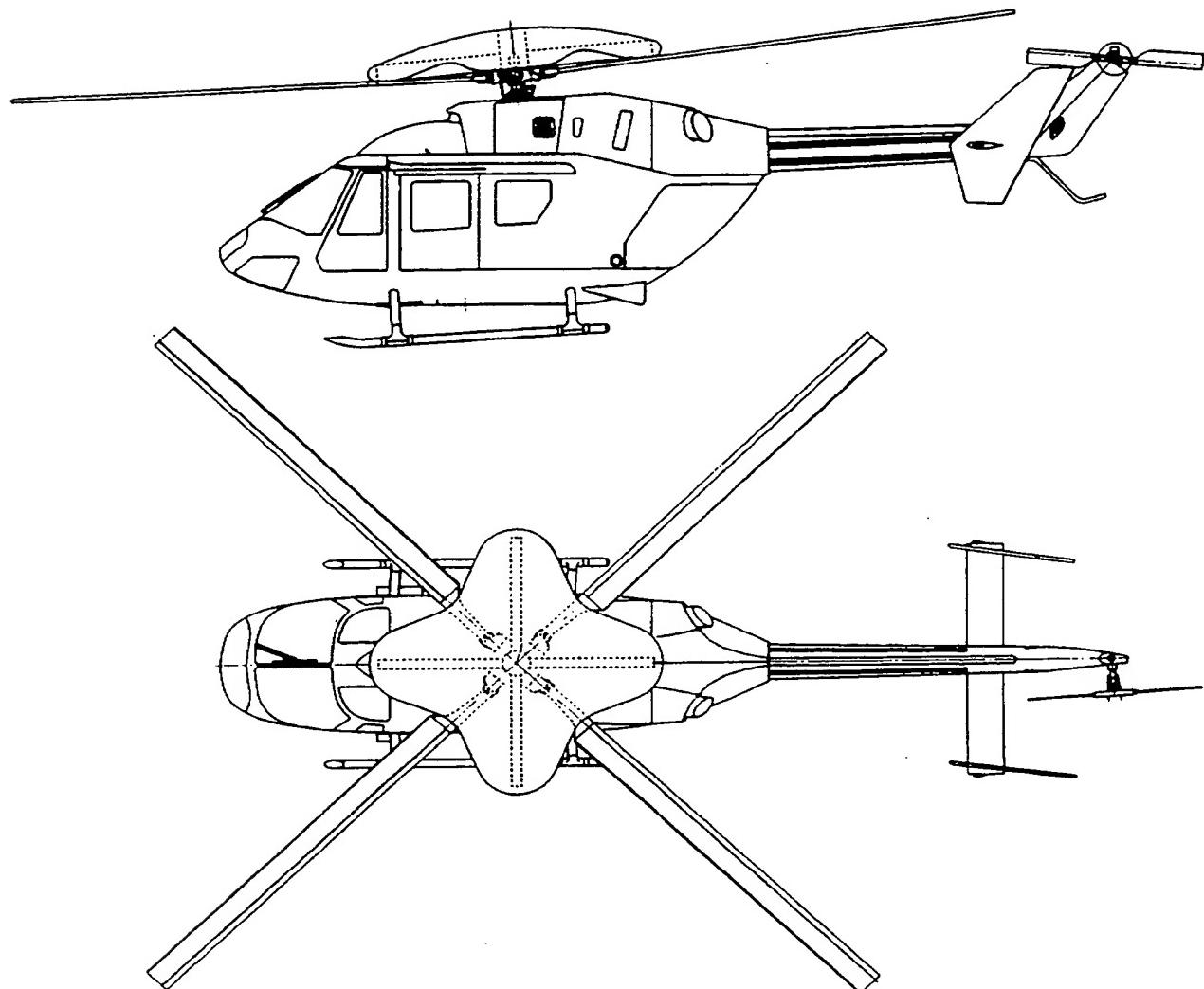
Ebene 2  
Ebene 1

**Variante (b)**

**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**